

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour
le classement et les
commandes de reproduction.)

2.112.549

(21) N° d'enregistrement national :
(A utiliser pour les paiements d'annuités,
les demandes de copies officielles et toutes
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

71.39988

(13) DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION

1^{re} PUBLICATION

(22) Date de dépôt 8 novembre 1971, à 16 h 13 mn.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. - «Listes» n. 24 du 16-6-1972.

(51) Classification internationale (Int. Cl.) A 61 k 7/00//A 45 d 44/00.

(71) Déposant : Société dite : THE PROCTER & GAMBLE COMPANY, résidant aux
États-Unis d'Amérique.

Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Harlé & Léchopiez.

(54) Procédé oxydant de teinture capillaire activé par des enzymes.

(72) Invention de :

(33) (32) (31) Priorité conventionnelle : Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le
9 novembre 1970, n. 88.142 aux noms de John Francis Sullivan et Eugène Zeffren.

La présente invention concerne un procédé activé par des enzymes pour colorer ou teindre des cheveux.

Les teintures préformées à usage capillaire n'ont pas acquis un grand succès auprès des utilisateurs, car ces teintures se sont révélées incapables de donner à la chevelure une teinte suffisamment naturelle. Les produits contenant des réactifs tels que H_2O_2 et un précurseur oxydant du colorant (c'est-à-dire un précurseur qui forme des colorants *in situ* sur la chevelure par un procédé oxydant) ont bien permis de produire des couleurs qui imitent parfaitement les teintes naturelles et ces produits jouissent d'un succès raisonnable dans le commerce. Cependant, en raison des conditions sévères d'oxydation (c'est-à-dire la nécessité d'effectuer l'oxydation à une concentration de H_2O_2 de 3,0% ou plus et à un pH de 8,5 ou plus, pendant des durées de plus de vingt minutes) et des concentrations élevées des précurseurs oxydants des colorants qui sont indispensables pour aboutir à la teinte désirée, les produits de cette dernière catégorie peuvent irriter et sensibiliser la peau et aussi endomager la chevelure chez certains utilisateurs. De plus, l'hydroxyde d'ammonium qu'on utilise en général pour maintenir le pH élevé dans ces produits possède une odeur qui n'est pas appréciée par la plupart des utilisateurs.

Dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique N° 3.251.742, on a décrit un procédé oxydant à base d'enzymes pour colorer les cheveux à un pH sensiblement neutre, procédé dans lequel l'agent oxydant est l'oxygène atmosphérique, l'enzyme est une oxydase (par exemple la tyrosinase ou la laccase) et le précurseur de la teinture est un mélange de composé aromatique polyhydrique et d'amine aromatique.

On a maintenant découvert de façon surprenante, selon l'invention, qu'un système oxydant de teinture à base d'oxygène et de l'une des oxydases particulières indiquées n'exige pas la présence d'une combinaison des précurseurs indiqués, c'est-à-dire d'un composé aromatique polyhydrique et d'une amine aromatique. On peut utiliser l'un ou l'autre de ces précurseurs isolément pour la mise en oeuvre de l'invention; on dispose ainsi d'une plus grande souplesse de choix des précurseurs de la teinture et, par voie de conséquence, d'un plus grand éventail de couleurs à obtenir.

La présente invention a pour objet un procédé activé du ty-

pe oxydant doux pour teindre les cheveux.

Pour aboutir à ce résultat, ainsi qu'à divers autres qui ressortiront de la description ci-après, l'invention utilise un procédé oxydant activé par voie enzymatique, servant à colorer les cheveux en utilisant de l'oxygène comme agent oxydant. L'enzyme qu'on utilise dans ce procédé est une oxydase et le procédé consiste à mettre en contact la chevelure avec une solution comprenant l'enzyme oxydase et un ou plusieurs précurseurs de teinture oxydante (définis plus loin), ladite solution étant à un pH d'environ 4,0 à 10,0, et de préférence à un pH d'environ 5,5 à 8,0, et étant en contact avec l'oxygène.

Les enzymes du type ^{oxydase}/qui conviennent pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention sont énumérées dans le tableau I ci-après, en même temps que leur numéro de classification (selon "The Recommandations" publiées en 1964 par The International Union of Biochemistry on The Nomenclature and Classification of Enzymes) et leurs sources les plus usuelles. La nomenclature dont il est question, ainsi que la liste des enzymes connues classées suivant cette nomenclature sont décrites dans "Comprehensive Biochemistry", par Florkin and Stortz, volume 13 Enzyme Nomenclature (1965) publié par Elsevier, Publishing Company, New-York.

TABLEAU I

<u>Enzyme</u>	<u>Numéro de Classification</u>	<u>Source commune</u>
Lactate-oxydase	1.1.3.2	<u>Mycobacterium phlei</u>
Glucose-oxydase	1.1.3.4	<u>Aspergillus niger</u>
Galactose-oxydase	1.1.3.9	<u>Dactylium dendroides</u>
L-2 hydroxyacide-oxydase	1.1.3.a	Cortex rénal du sanglier
Aldéhyde-oxydase	1.2.3.1	Foie de lapin
Monoamine-oxydase	1.4.3.4.	Plasma de boeuf
Urate-oxydase	1.7.3.3.	Foie de sanglier
Laccase	1.10.3.2	<u>Polyporus versicolor</u>

On peut utiliser ces enzymes sous forme cristalline pure, qu'on obtient en isolant les enzymes d'autres matières qui sont présentes au cours de leur préparation, ou bien on peut les utiliser sous une forme diluée dans laquelle l'enzyme est présente dans une composition conjointement avec lesdites autres matières et/ou des diluants inertes ajoutés.

Des préparations enzymatiques disponibles dans le commerce contiennent normalement l'enzyme en combinaison avec un diluant inerte et des véhicules tels que les hydrates de carbone, les protéines agglutinantes, les sels minéraux comme le sulfate de sodium, le sulfate de calcium, etc. Dans une telle préparation, l'enzyme ne représente qu'un composant mineur, c'est-à-dire d'environ 1 à 50% du poids de la préparation. Le reste de la préparation (de 50 à 99%) est constitué des diluants et des supports indiqués ci-dessus. On préfère les préparations enzymatiques disponibles dans le commerce comme sources d'enzymes, car ces préparations sont plus faciles à se procurer que les enzymes cristallines pures et possèdent un niveau pré-déterminé et avantageux d'activité enzymatique.

Dans le procédé de teinture selon l'invention, on utilise l'enzyme oxydase en une concentration d'environ 0,01 à 500 ppm, et de préférence d'environ 0,05 à 100 ppm, dans la solution colorante. Ces proportions représentent les poids des enzymes pures. Si l'on utilise une préparation commerciale enzymatique dans laquelle l'enzyme est combinée avec des diluants et des supports, comme on l'a déjà dit, la concentration de la préparation enzymatique doit être proportionnellement plus élevée pour procurer la concentration requise en l'enzyme pure. Pour déterminer la quantité d'enzyme pure dans une telle composition, on peut utiliser des procédés connus de titrage.

Les précurseurs oxydants de la teinture que l'on utilise dans les compositions et dans les procédés de l'invention comprennent des diamines aromatiques, divers phénols substitués, des amino-phénols et des dérivés de ces composés aromatiques (par exemple les dérivés N-substitués des amines et les éthers des phénols). Les précurseurs qui conviennent pour la mise en oeuvre de l'invention peuvent être classés en deux catégories, à savoir "précurseurs oxydants primaires" et "précurseurs oxydants secondaires". D'une façon générale, les précurseurs oxydants pour des teintures capillaires comprennent les composés monomères aromatiques qui, lors de leur oxydation, forment des oligomères ou des polymères dont la structure moléculaire contient des systèmes conjugués étendus d'électrons. En raison de cette nouvelle structure électronique, les oligomères et les polymères résultants manifestent un déplacement de leurs spectres électroniques vers le visible et apparaissent comme étant colorés.

Par exemple, les précurseurs oxydants capables de former des polymères colorés sont des matières telles que diverses amines aromatiques ayant un seul groupe fonctionnel et qui, lors de l'oxydation, forment une série d'imines conjuguées et de dimères, 5 des trimères etc. du type quinone dont les couleurs varient entre le vert et le noir. Les composés tels que la p-phénylènediamine, comprenant deux groupes fonctionnels, sont susceptibles d'une polymérisation oxydante pour donner des matières colorées ayant une masse moléculaire plus élevée contenant des 10 systèmes conjugués étendus d'électrons, par exemple dans le composé colorant du type appelé "Base de Bandrowski". On peut utiliser de façon facultative, des modificateurs de couleur, par exemple ceux qui sont décrits en détail ci-après à propos des "précurseurs oxydants secondaires", en combinaison avec les 15 précurseurs primaires et on pense que ces modificateurs s'interposent dans les polymères colorés pendant leur formation et provoquent des déplacements des spectres électroniques, d'où changement de couleurs ou d'intensité de la couleur.

On conçoit que les oxydases dont il est question peuvent 20 servir (conjointement avec l'oxygène comme on va le voir plus loin) avec tous les précurseurs oxydants primaires et secondaires, à la condition que ces précurseurs primaires et secondaires, qui sont des composés hydroxyliques ou leurs dérivés, ne soient pas utilisés en combinaison avec des précurseurs primaires 25 et secondaires qui sont des diamines ou des dérivés de diamines, et aussi que les précurseurs primaires et secondaires qui sont des composés amino ou des dérivés de tels composés ne soient pas utilisés en combinaison avec des précurseurs primaires et secondaires qui sont des polyphénols ou des dérivés de 30 polyphénols.

Une liste représentative des précurseurs oxydants qui conviennent pour l'utilisation envisagée figure dans l'ouvrage de Sagarin "Cosmetic Science and Technology" Interscience pages 35 504 et 508; les précurseurs étudiés ci-après ne sont donnés qu'à titre d'exemple et ne limitent aucunement les compositions et les procédés de l'invention. D'autres précurseurs oxydants qui conviennent aux fins de l'invention, sont décrits dans le brevet français N° 1.318.072 et le certificat d'addition français N° 90.633 du 19 Janvier 1968 au nom de Schwarzkopf ; dans le 40 brevet britannique N° 1.127.080; et dans la demande de brevet

des Pays-Bas N° 6.609.853 du 6 février 1967 au nom de la Société dite Therachemie Chemisch Therapeutische G.m.b.H. On peut également utiliser les précurseurs oxydants à base de pyridine, de quinoléine, et d'isouquinoléine, par exemple les produits décrits par Bergwein, dans Reichst. Aromen, Koerperflegem. 17 (14) 156-8 (1967).

Les précurseurs des colorants qu'on utilise dans le présent procédé peuvent être divisés en deux catégories, les précurseurs primaires et les précurseurs secondaires. Les précurseurs primaires sont essentiels à la mise en œuvre de l'invention et comprennent des diamines aromatiques et des polyphénols, ainsi que des dérivés de ces composés (les dérivés N-substitués des amines et les éthers des phénols), produisant de la couleur au cours de l'essai suivant qu'on effectue à la température ambiante (18 à 28°C).

ESSAI DU PRECURSEUR PRIMAIRE DE COLORANT

On mélange environ 10 ml d'un tampon aqueux (pH de 5 à 8) avec de 0,1 à 1,0 ml d'une solution aqueuse ou alcoolique à 1% (en poids) du précurseur de colorant. À ce mélange, on ajoute une quantité de laccase telle que le mélange final contienne de 0,01 à 100 ppm de laccase (en poids de l'enzyme pure). On laisse le mélange au repos, à l'air libre. Avec un précurseur primaire approprié de colorant, la couleur doit se former en moins de 20 minutes. Certains précurseurs, en raison de leur couleur propre, confèrent une tinte pâle à la solution avant l'introduction de l'enzyme. La formation de couleur dans cet essai concerne uniquement le changement de couleur qui se produit après l'introduction de l'enzyme.

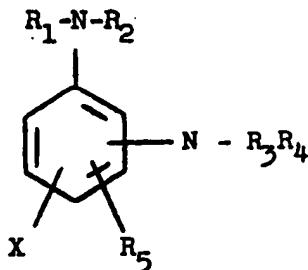
Les diamines aromatiques, les polyphénols et leurs dérivés dont il a été question ci-dessus au sujet des précurseurs primaires, peuvent également porter des substituants supplémentaires sur le noyau aromatique, par exemple des substituants halogénés, aldéhyde, acide carboxylique, nitro, acide sulfonique et des groupes hydrocarbonés avec ou sans substitution, ainsi que d'autres substituants sur l'azote du groupe amino et sur l'oxygène phénolique, par exemple des groupes alkyle et aryle avec ou sans substitution. Les diamines aromatiques et leurs dérivés ne doivent pas contenir cependant de groupes hydroxyliques, tandis que les polyphénols et leurs dérivés ne doivent pas contenir de groupes amino, car les précurseurs considérés ne sont pas

contenir de mélanges d'amines aromatiques ou de leurs dérivés, avec des polyphénols ou leurs dérivés.

Parmi les diamines aromatiques et leurs dérivés et les polyphénols et leurs dérivés, on peut citer respectivement,

- 5 les composés répondant aux formules générales A et B ci-après :

10



dans laquelle X représente un atome d'hydrogène, un atome d'halogène (par exemple fluor, chlore, brome ou iodé) un groupe

15 nitro, amino ^O, - COOM ou - SO₃M (M représentant l'hydrogène, -CH

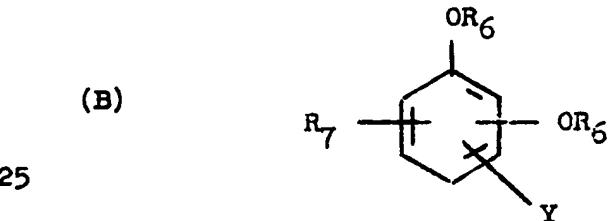
un métal alcalin ou alcalino terreux, l'ammonium, ou l'ammonium substitué dans lequel un ou plusieurs atomes d'hydrogène sur l'ion ammonium sont remplacés par un radical alkyle contenant 20 de 1 à 3 atomes de carbone); R₁, R₂, R₃ et R₄ qui peuvent être les mêmes ou différents, représentent chacun un atome d'hydrogène, un radical alkyle ou alcényle en C₁ à C₄ ou un radical aryle, alkylaryle, ou arylalkyle en C₆ à C₉; R₅ représente l'hydrogène, un radical alkyle ou alcényle en C₁ à C₄ (avec 25 ou sans substituants, ces substituants étant les mêmes que ceux désignés par X) ou un radical aryle, alkaryle ou aralkyle en C₆ à C₉ (avec ou sans substituants, les substituants éventuels étant les mêmes que ceux désignés par X). Parmi les composés de formule A, on peut indiquer notamment les composés suivants :

- 30 o-phénylènediamine
m-phénylènediamine
p-phénylènediamine
2-chloro-p-phénylènediamine
2-iodo-p-phénylènediamine
35 4-nitro-o-phénylènediamine
2-nitro-p-phénylènediamine
1,3,5-triaminobenzène
acide 2,4-diaminobenzoïque
2,4-diaminobenzoate de sodium
40 di-2,4-diaminobenzoate de calcium

BAD ORIGINAL

7

- 2,4-diaminobenzoate d'ammonium
 2,4-diaminobenzoate de triméthylammonium
 2,4-diaminobenzaldéhyde
 acide 2,4-diaminobenzène sulfonique
 5 2,4-diaminobenzènesulfonate de potassium
 N,N-diisopropyl-p-phénylénediamine
 N,N-diméthyl-p-phénylénediamine
 N-méthyl-N'-(2-propényl)-p-phénylénediamine
 - N-phényl-p-phénylénediamine
 10 N-phényl-N-benzyl-p-phénylénediamine
 N-éthyl-N'-(3-éthylphényl)-p-phénylénediamine
 2,4-toluénédiamine
 2-éthyl-p-phénylénediamine
 2-(2-bromoéthyl)-p-phénylénediamine
 15 2-phényl-p-phénylénediamine
 4-(2,5-diaminophényl)benzaldéhyde
 2-benzyl-p-phénylénediamine
 2-(4-nitrobenzyl)-p-phénylénediamine
 2-(4-méthylphényl)-p-phénylénediamine
 20 acide 2-(2,5-diaminophényl)-5-méthylbenzoïque.



30 dans laquelle Y représente un atome d'hydrogène, un halogène (fluor, chlore, brome ou iodé) un groupe nitro, hydroxyle, $\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{—}}} \text{COOM}'$, ou $\text{SO}_3\text{M}'$ (M' étant un atome d'hydrogène ou un —CH_2
35 métal alcalin ou alcalino terreux); R_3 représente un atome d'hydrogène, un radical alkyle ou alcényle en C_1 à C_4 non substitué ou substitué (les substituants étant tels que désignés par Y); R_7 représente un atome d'hydrogène, un radical alkyle ou alcényle en C_1 à C_4 non substitué ou portant l'un des substituants désignés par Y, ou un radical aryle, alkylaryle ou arylalkyle en C_6 à C_9 avec ou sans substituant (les substituants étant ceux désignés par Y). Parmi les composés de formule B, on peut indiquer notamment les composés suivants :
40 o-hydroxyphénol

BAD ORIGINAL

- m-hydroxyphénol
- p-hydroxyphénol
- 4-méthoxyphénol
- 2-méthoxyphénol
- 4-(2-chloroéthoxy)phénol
- 5 4-(2-nitroéthoxy)phénol
- 4-(2-hydroxyéthoxy)phénol
- (4-hydroxyphénoxy)acétaldéhyde
- acide (4-hydroxyphénoxy)acétique
- acide 2-(4-hydroxyphénoxy)éthanesulfonique
- 10 4-(2-propénoxy)phénol
- 4-(3-chloro-2-propénoxy)phénol
- 2-chloro-4-hydroxyphénol
- 2-nitro-4-hydroxyphénol
- 1,3,5-trihydroxybenzène
- 15 2,4-dihydroxybenzaldéhyde
- 3,4-dihydroxybenzaldéhyde
- acide 3,4-dihydroxybenzènesulfonique
- acide 2,4-dihydroxybenzènesulfonique
- 3-éthyl-4-hydroxyphénol
- 20 3-(2-nitroéthyl)-4-hydroxyphénol
- 3-(2-propényl)-1-hydroxyphénol
- 3-(3-chloro-2-propényl)-4-hydroxyphénol
- 2-phényl-4-hydroxyphénol
- 2-(4-chlorophényl)-4-hydroxyphénol
- 25 2-benzyl-4-hydroxyphénol
- 2-(2-nitrophényl)-4-hydroxyphénol
- 2-(2-méthylphényl)-4-hydroxyphénol
- 2-(2-méthyl-4-chlorophényl)-4-hydroxyphénol
- 3-méthoxy-4-hydroxy-benzaldéhyde
- 30 2-méthoxy-4-(1-propényl)phénol
- acide 4-hydroxy-3-methoxycinnamique

Les précurseurs secondaires sont utilisés de façon facultative dans le présent procédé et comprennent des amines aromatiques et des phénols, ainsi que des dérivés de ces composés qui ne forment pas de couleur dans l'essai décrit mais qui modifient la couleur, la nuance ou l'intensité de la coloration développée par le type de précurseur primaire correspondant ; cela veut dire que les précurseurs secondaires, quand ils sont des amines ou des dérivés d'amines, modifient la couleur, la teinte ou l'intensité produite par le précurseur primaire quand celui-ci

est une diamine ou un dérivé de la diamine; de même les précurseurs secondaires phénoliques (ou dérivés de phénols) modifient la couleur, la nuance ou l'intensité de la couleur produite par des précurseurs primaires à base de polyphénols 5 ou de leurs dérivés. Les amines aromatiques et les phénols, leurs dérivés, y compris les diamines aromatiques, les polyphénols et leurs dérivés qui ont été décrits à droite des formules A et B mais qui ne correspondent pas aux précurseurs primaires appropriés dans l'essai décrit ci-dessous sont utilisés comme précurseurs secondaires à la condition de pouvoir modifier la couleur, la nuance ou l'intensité de la couleur produite par le précurseur primaire correspondant, ce qui peut constater dans l'essai ci-après qu'en effectuant le temps d'incubation (18 à 28°C)

15 ESSAI DU PRECURSEUR SECONDAIRE DE 2-TOMATE

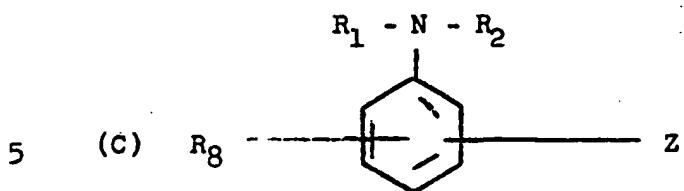
On prépare deux solutions contenant 0,1 ml (0,1 g) d'un tampon aqueux (pH de 5 à 8) en mélange avec de 0,1 à 1,0 ml d'une solution aqueuse ou alcoolique à 1% (ou plus) d'un précurseur primaire. On ajoute à l'une des solutions de 0,1 à 20 1,0 ml d'une solution aqueuse ou alcoolique à 1% (ou plus) d'un précurseur secondaire qu'on désigne par son nom dérivé, puis on ajoute à chaque solution une quantité suffisante de colorant pour obtenir une concentration moyenne de 100 ppm (par rapport au poids du colorant). On laisse les solutions au repos, exposées à la lumière naturelle, jusqu'à permettre le développement de la couleur. Si la couleur secondaire est appropriée, elle devrait être plus foncée, une couleur, une nuance ou une intensité de la couleur que celle de la première solution.

30 Les amines aromatiques, les phénols et leurs dérivés qui ont été décrits plus haut comme étant des précurseurs secondaires, peuvent également porter des substituants différents sur le noyau aromatique, par exemple des collagènes, des aldéhydes, des acides carboxyliques, des groupes nitro, sulfonyle et des groupes hydrocarbonés substitués. Cependant les amines aromatiques et leurs dérivés ne doivent pas contenir de groupes hydroxyle, les phénols et leurs dérivés ne devant quant à eux pas contenir de groupe amino.

35 Comme exemples d'amines aromatiques, de phénols et de leurs dérivés, on peut indiquer les composés répertoriés ci-dessous, notamment

10

aux formules générales C et D ci-dessous :



10 dans laquelle Z représente un atome d'hydrogène, un groupe alkyle en C₁ à C₃, un atome d'halogène (fluor, chlore, brome ou iode) un groupe nitro, O₂^N, - COOM ou - SO₃M (M étant

-CH₂-)

15 l'hydrogène, un métal alcalin ou alcalino-terreux, l'ammonium ou l'ammonium substitué, c'est-à-dire avec remplacement d'un ou plusieurs atomes d'hydrogène sur l'ion ammonium par un radical alkyle contenant de 1 à 3 atomes de carbone) ; R₁ et R₂, qui peuvent être les mêmes ou différents, représentent l'hydrogène, un radical alkyle ou alcényle en C₁ à C₄ ou un radical aryle, alkylaryle ou arylalkyle en C₆ à C₉ ; R₈ représente l'hydrogène, un radical alkyle ou alcényle en C₁ à C₄ avec ou sans substituant (le substituant étant l'un de ceux désignés par Z) ou un radical aryle, alkylaryle ou arylalkyle en C₆ à C₉ avec ou sans substituant (le substituant étant l'un de ceux désignés par Z). Parmi les composés de formule C, on peut citer notamment les suivants :

25 aniline

p-chloroaniline

p-fluoroaniline

p-nitroaniline

p-aminobenzaldéhyde

30 acide p-aminobenzoïque

p-aminobenzoate de sodium

p-aminobenzoate de lithium

di-p-aminobenzoate de calcium

p-aminobenzoate d'ammonium

35 p-aminobenzoate de triméthylammonium

acide p-aminobenzènesulfonique

p-aminobenzènesulfonate de potassium

N-méthylaniline

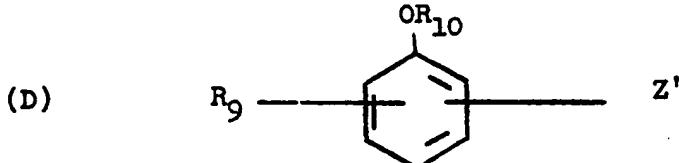
N-propyl-N-phénylaniline

40 N-méthyl-N-2-propénylaniline

BAD ORIGINAL

- 3,4-diméthylaniline
 N-benzylaniline
 N-(2-éthylphényl)aniline
 4-méthylaniline (p-toluidine)
- 5 4-*p*-bromoéthyl)aniline
 2-(2-nitroéthyl)aniline
 (4-aminophényl)acétaldéhyde
 acide (4-aminophényl)acétique
 4-(2-propényl)aniline
- 10 4-(3-bromo-2-propényl)aniline
 4-phénylaniline
 4-(3-chlorophényl)aniline
 4-benzylaniline
 4-(4-iodobenzyl)aniline
- 15 4-(3-éthylphényl)aniline
 4-(2-chloro-4-éthylphényl)aniline

20



25

- dans laquelle Z' est l'hydrogène, un radical alkyle en C_1 à C_3 , un atome d'halogène (chlore, fluor, brome ou iodé), un groupe nitro, $\text{O}_2\text{N}-$, COOM' , ou $\text{SO}_3\text{M}'$ (M' étant l'hydrogène ou un métal alcalin ou alcalino-terreux); R_9 représente l'hydrogène, un radical alkyle ou alcényle en C_1 à C_4 avec ou sans substituant (le substituant étant l'un de deux désignés par Z) ou un radical aryle, alkylaryle ou arylalkyle en C_6 à C_9 avec ou sans substituant (les substituants étant les mêmes que ceux désignés par Z ci-dessus); et R_{10} représente un atome d'hydrogène ou un groupe alkyle ou alcényle en C_1 à C_4 avec ou sans substituant (les substituants étant les mêmes que ceux désignés par Z' dans la formule D). Parmi les composés de formule D, on peut citer notamment les suivants :
- 35 p-chlorophénol
 p-nitrophénol
 p-hydroxybenzaldéhyde
 acide p-hydroxybenzoïque
- 40 acide p-hydroxybenzènesulfonique

- éther éthylphénylique
- éther 2-chloroéthylphénylique
- éther 2-nitroéthylphénylique
- phénoxyacétaldéhyde
- 5 acide phénoxyacétique
- 3-phénoxy-1-propène
- 3-phénoxy-2-nitro-1-propène
- 3-phénoxy-2-bromo-1-propène
- 4-propylphénol
- 10 4-(3-bromopropyl)phénol
- 2-(2-nitroéthyl)phénol
- (4-hydroxyphényl)acétaldéhyde
- acide (4-hydroxyphényl)acétique
- 4-(2-propényl)phénol
- 15 4-phénylphénol
- 4-(3-bromophényl)phénol
- 4-benzylphénol
- 4-(3-fluoro-2-propényl)phénol
- 4-(4-chlorobenzyl)phénol
- 20 4-(3-éthylphényl)phénol
- 4-(2-chloro-3-éthylphényl)phénol
- 2,5-xylénol

On peut utiliser les précurseurs primaires seuls ou en combinaison avec d'autres précurseurs primaires du même genre, 25 (par exemple des diamines avec d'autres diamines et des polyphénols avec d'autres polyphénols); on peut utiliser également un ou plusieurs précurseurs primaires du même type avec un ou plusieurs précurseurs secondaires du même type (par exemple deux précurseurs primaires du type diamine avec un précurseur secondaire du type diamine). On ne doit pas mélanger les précurseurs du type phénolique ou polyphénolique avec des précurseurs du type diamine ou amine. Le choix d'un précurseur particulier ou d'une combinaison de précurseurs est déterminé par la couleur, 30 la nuance et l'intensité de coloration qu'on désire obtenir. La concentration totale du précurseur dans la solution peut être d'environ 0,001 à 6% en poids, et de préférence d'environ 0,01 à 1,0% en poids.

L'agent oxydant dans le procédé considéré est l'oxygène. On peut mettre en œuvre le procédé selon l'invention d'une 40 façon très simple, en exposant à l'atmosphère la solution colo-

rante qui contient le substrat à colorer. Cependant, on peut utiliser un autre moyen qui permet de mettre en contact la solution avec l'oxygène. Par exemple, on peut faire baigner de l'oxygène gazeux sous pression à travers la lotion à colorante; ou bien on peut introduire dans cette lotion du peroxyde d'hydrogène et une enzyme telle que la catalase qui produit de l'oxygène à partir du peroxyde d'hydrogène.

On préfère réaliser le procédé en colorant une solution aqueuse (le terme "solution" englobe également les émulsions fines et les colloïdes des matières qui réagissent avec qui ont réagi), mais on peut utiliser également tout solvant liquide qui ne gêne pas le procédé de coloration. Parmi tous ces solvants possibles, on peut indiquer le glycérine, le méthanol et le formamide. La durée d'exposition du substrat à la solution en colorante peut être d'environ 30 secondes jusqu'à 10 minutes ou plus, mais la durée préférée est d'environ 1 à 5 minutes.

On sait également que les produits utilisés en coloration des cheveux contiennent des agents épaisseurants tels que la carboxyméthylcellulose, des agents humectants tels que le N-laurylsarcosinate de sodium et des conservateurs tels que des dérivés solubilisés de la camphore. Ces ingrédients peuvent servir dans le procédé de tel manière qu'il convient l'invention.

Suivant un mode de mise en œuvre de la couleur préalablement sélectionnée, on prépare une solution de coloration contenant d'environ 0,01 à 1,0% d'un ou plusieurs pigments naturels ou synthétiques primaires et, de façon facultative, un ou plusieurs colorants secondaires. Si l'on utilise une combinaison de colorants, ces derniers doivent être du même type que ceux utilisés précédemment. On règle le pH de la solution entre 3,0 et 10 par moyen approprié, tel que le tamponnage avec des sels ou des acides (par exemple un mélange de Na₂HPO₄ et NaH₂PO₄) ou l'ajout d'un acide ou d'une base, selon les besoins. Il suit l'introduction de l'enzyme oxydase, en une quantité suffisante pour la dissolution de l'enzyme dans la solution选定的色素。Ensuite, on plonge les cheveux à baigner dans la solution jusqu'à l'introduction de l'enzyme ou aussi rapidement que possible. Pendant cette introduction, de sorte qu'à mesure que des éléments de couleur

se forment dans la solution, ils sont rapidement fixés sur les cheveux. Une fois que les cheveux ont atteint la couleur désirée (normalement après 2 à 10 minutes) on les retire de la solution, on rince et on sèche.

5 Pour une raison de commodité, les enzymes oxydase et les précurseurs des teintures peuvent être combinés dans une composition commune qu'on peut diluer à la concentration voulue dans la solution, immédiatement avant de s'en servir. Une telle composition est avantageusement une poudre, car si l'enzyme et les précurseurs primaires étaient en solution et qu'une certaine quantité d'oxygène soit présente, on observerait une conversion prématuée du précurseur en colorant correspondant. Les compositions considérées comprennent l'enzyme et un ou plusieurs précurseurs primaires, ainsi que, facultativement, 10 un ou plusieurs précurseurs secondaires dans un rapport d'environ 6.000.000 : 1 à 0,02 : 1, et de préférence d'environ 20.000 : 1 à 1 : 1. Si l'on utilise une combinaison de précurseurs, ces derniers doivent être du même type, comme on l'a expliqué plus haut. On peut ajouter directement ces compositions 15 à une solution aqueuse tamponnée en contact avec l'oxygène tout de suite avant l'usage. Bien que les compositions puissent ne contenir que l'enzyme et le précurseur oxydant, une telle composition renferme normalement d'autres substances en combinaison avec l'enzyme et le précurseur, à savoir un diluant 20 inerté dont la présence facilite la manipulation et le dosage. Les diluants sont avantageusement des solides pulvérulents tels que des sels minéraux (par exemple le chlorure de sodium, le sulfate de calcium, etc.), des amidons, des sucres, etc. Normalement, le total de l'enzyme et du précurseur dans la composition 25 représente d'environ 0,5 à 20% en poids, le complément étant un diluant et, parfois, d'autres substances comme des conditionneurs de la chevelure, des agents tensio-actifs etc.

Les exemples suivants, dans lesquels toutes les parties et pourcentages sont en poids et les concentrations d'enzymes sont 30 exprimées en poids de l'enzyme pure, servent à illustrer l'invention sans aucunement en limiter la portée.

EXAMPLE 1

Cet exemple décrit l'essai de formation de la couleur avec divers précurseurs primaires appropriés de colorant ou de teinture par oxydation et aussi l'effet de coloration que ces précur-

seurs ont sur la chevelure humaine quand on les utilise par le procédé selon l'invention. Les cheveux utilisés étaient des cheveux vierges humains, d'un blond moyen provenant des contrées européennes et, pour former des échantillons, on a préparé des mèches pesant environ 2g en plongeant pour cela une extrémité de chaque cheveu dans 6,3 mm de colle.

On a préparé des solutions comprenant 10 ml d'une solution tampon aqueuse $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$ (0,1 M en phosphate, pH 6) et de 0,1 à 1 ml d'une solution aqueuse ou alcoolique à 1% d'un précurseur primaire de la couleur. Les solutions contenaient également 0,3% de H_2O_2 et 1 ppm de catalase pour assurer la saturation de la solution avec O_2 , bien que cette précaution ne fut pas indispensable pour autant que la solution reste en contact avec l'air. On a ajouté ensuite 50 ou 100 microlitres d'une solution aqueuse (1 mg/ml) de l'enzyme laccase. On a laissé les solutions exposées à l'air au repos et on a constaté que la couleur apparaissait en moins de 20 minutes. Pour teindre des cheveux, on a préparé les solutions de la même façon, mais on a introduit une mèche de cheveux humains avant d'ajouter l'enzyme et on a agité les cheveux avec une baguette de verre dans la solution, pendant 10 à 20 minutes après l'introduction de l'enzyme pour assurer une coloration uniforme. Après teinture, on a rincé les cheveux, on les a tamponnés avec une serviette et on a laissé sécher. Les résultats sont résumés dans le tableau III; page suivante.

On obtient des résultats sensiblement analogues si l'on remplace l'enzyme laccase par un poids égal de l'une des enzymes suivantes du type oxydase : lactate-oxydase, glucose-oxydase, galactose-oxydase, L-2 hydroxy-acide-oxydase, monoamine-oxydase, urate-oxydase et aldéhyde-oxydase.

EXEMPLE 2

Cet exemple montre les résultats qu'on obtient avec des précurseurs de colorant primaires supplémentaires convenables dans le cadre de l'essai de formation de couleur selon l'exemple 1, l'oxydase utilisée étant la laccase.

TABLEAU III

Précureur	Formation de couleur		Teinture des cheveux	
	Conc. de pré-colorant	Couleur de la solution : avant coloration par l'enzyme	Conc. de pré-colorant	Teinte initiale des cheveux
o-phénylène-diamine	0,1%	jaune pale orange	0,1%	blond moyen
p-phénylène-diamine	0,1%	claire rouge-brun	0,1%	blond moyen
N,N-diméthyl-phénylénediamine	0,1%	rouge pale rouge vif	0,1%	blond moyen
N-phényl-p-phénylène-diamine	0,1%	bleu pale jaune-brun	0,1%	blond moyen
3-méthoxy-4-hydroxy-benzaldéhyde *	0,1%	claire brun pale	0,1%	blond moyen
2,4-toluène-diamine *	0,1%	claire brun pale	0,1%	blond moyen

* indique l'utilisation de 100 microlitres de solution de laucose. Avec les autres précurseurs dans le tableau, la quantité est de 50 microlitres.

17
TABLEAU III

<u>Essai de formation de couleur</u>			
	PrécursEUR	Conc. de précurseur de couleur	Couleur de la solution avant enzyme
5	o-hydroxyphénol	0,1%	claire
10	2-méthoxyphénol	0,1%	jaune pale
15	3,4-dihydroxybenzaldéhyde + acide 4-hydroxy-xylo-méthoxy-cinnamique	0,1%	claire
20	4-méthoxyphénol	0,1%	claire

* Indique l'utilisation de 100 microlitres de solution de laccase. Avec les autres précurseurs du tableau, on utilise 50 microlitres.

EXEMPLE 3

Cet exemple décrit l'action de certains précurseurs secondaires sur certaines amines aromatiques, des phénols et des dérivés de ces derniers, précurseurs qui n'ont pas de réaction de formation de couleur au cours de l'essai du précurseur primaire. On a préparé des paires de solutions comprenant 9 ml d'un tampon aqueux $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$ (0,1 M en phosphate, pH 6) et 1 ml d'une solution aqueuse ou alcoolique (à 1% en poids) d'un précurseur primaire de colorant. Les solutions contenaient également 0,3% de H_2O_2 et 1 ppm de catalase pour assurer la saturation de la solution avec de l'oxygène, bien que cela ne fut pas indispensable. On a ensuite placé dans l'une des solutions 1 ml d'une solution à 1% d'un précurseur secondaire et on a ajouté 100 ou 200 microlitres d'une solution de laccase à chacune des deux solutions considérées. On a comparé la couleur des paires de solutions, après 5 minutes, au repos en contact avec de l'air. Les résultats sont résumés dans le tableau IV :

TABLEAU IV

Essai de formation de couleur - Précurseurs secondaires de colorant			
Précurseur primaire	Conc. précurseur secondaire	Conc.	Couleur de la solution avec pris solution avec précurseur primaire et secondaire
p-phénylénediamine	0,1%	0,1%	pourpre
p-phénylénediamine	0,1%	0,1%	pourpre
p-phénylénediamine	0,1%	0,1%	pourpre
o-phénylénediamine	0,1%	0,1%	orange
3-méthoxy-4-hydroxy-benzaldéhyde *	0,1%	0,1%	jaune pâle
3-méthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde *	0,1%	0,1%	jaune pâle
3-méthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde *	0,1%	0,1%	jaune pâle
3-méthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde *	0,1%	0,1%	vert pâle

* 200 μ l d'enzyme laccase (1 mg/ml sol. de réserve) sont utilisés dans les essais comprenant le 3-méthoxy-4-hydroxy-benzaldéhyde; 100 μ l dans les autres essais.

Quand dans cet essai on remplace les précurseurs secondaires contenant des groupes amino et énumérés dans le tableau IV par une quantité égale en poids de p-fluoroaniline, on obtient des résultats sensiblement analogues, en ce sens que la couleur, la nuance ou l'intensité de la couleur produite par la solution d'o-phénylénediamine et de p-phénylénediamine est modifiée.

De même, quand dans ce même essai on remplace l'o-phénylénediamine et la p-phénylénediamine par des quantités sensiblement égales des précurseurs primaires énumérés plus bas, on obtient des résultats pratiquement analogues en ce sens que la couleur, la nuance ou l'intensité de la couleur du précurseur primaire est modifiée par les précurseurs secondaires contenant des groupes amino et énumérés dans le tableau IV. Les composés de remplacement sont la 2,4-toluènediamine, la N-phényl-p-phénylénediamine et la N,N-diméthyl-p-phénylénediamine.

Quand dans ce même essai on remplace le 3-méthoxy-4-hydroxy-benzaldéhyde par les polyphénols suivants ou leurs dérivés, qui sont des précurseurs primaires appropriés, on obtient des résultats sensiblement analogues, en ce sens que la couleur, la nuance ou l'intensité de la couleur est modifiée par les précurseurs secondaires hydroxyliques; les produits de remplacement sont : l'o-hydroxyphénol, le 3,4-dihydroxybenzaldéhyde, le 2-méthoxyphénol, l'acide 4-hydroxy-3-méthoxy cinnamique et le p-méthoxyphénol.

EXEMPLE 4

Cet exemple décrit l'action des précurseurs secondaires sur la couleur produite par les précurseurs primaires lors de la teinture capillaire. On a préparé des mèches de cheveux humains comme dans l'exemple 1, à cette différence près que les cheveux étaient d'un blond décoloré avec quelques traces de jaune.

On a préparé des mèches teintes, qui servent de normes pour la comparaison, avec les précurseurs primaires, en procédant comme suit : on a préparé des solutions comprenant 9 ml d'une solution tampon aqueuse $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$ (0,1M en phosphate, pH 6) et 1 ml d'une solution aqueuse ou alcoolique à 1% en poids d'un précurseur primaire de colorant. Ces solutions contenaient également 0,3% de H_2O_2 et 1 ppm de catalase pour assurer la saturation de la solution avec l'oxygène, bien que cela ne fut pas indispensable. On a placé les mèches de cheveux dans les solutions,

on a ajouté l'enzyme laccase et on a agité les solutions pendant 10 minutes au contact de l'air. On a sorti les cheveux des solutions, on a rincé dans l'eau courante ordinaire, on a tamponné avec une serviette et on a laissé sécher. On a obtenu les résultats suivants :

5

TABLEAU V

	: Précurseur primaire	: Conc.	: Couleur produite sur les cheveux	: Mèche normalisée N°
10	:	:	:	:
:	p-phénylène-diamine	0,1%	gris acier foncé	(1)
15	3-méthoxy-4-hydroxy benzaldéhyde +	0,1%	blond avec reflets dorés	(2)
	:	:	:	:

* 200 μ l laccase (1 mg/ml solution de réserve) sont utilisés avec le 3-méthoxy-4-hydroxy-benzaldéhyde, 100 μ l avec la p-phénylènediamine.

Pour examiner le précurseur secondaire, on a procédé comme ci-dessus, à cette différence près qu'on a ajouté à la solution 1 ml d'une solution aqueuse ou alcoolique à 1% en poids d'un précurseur secondaire, après l'introduction du précurseur primaire mais avant l'incorporation de l'enzyme laccase. Après séchage des cheveux teints, on a comparé la couleur à celle de la mèche normalisée appropriée qui n'avait été teinte qu'avec le précurseur primaire. Les résultats comparatifs sont indiqués dans le tableau VI.

EXEMPLE 5

Cet exemple décrit la coloration des cheveux humains avec une composition selon l'invention. Tous les pourcentages sont en poids. On a préparé 120 g d'une solution tampon aqueuse à pH 6 (0,1 M en phosphate) de $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$ contenant 2,5% d'éthanol (solvant et agent mouillant) 0,1% du produit connu sous la dénomination commerciale "EF-13574 A" de Dow Corning (conditionneur polysiloxanique cationique), 5% de produit connu sous la dénomination commerciale "Culveram CDG" agent tensio-actif du type bétaine, vendu par Culver Chemical Company) et 0,5% de produit connu sous la dénomination commerciale "JR-IL" (épaisseur cellulosique cationique vendu par Union Carbide Company). On a préparé 60g d'une composition selon l'invention comprenant 1,5%

TABLEAU VI

Précureur primaire	Conc.	Précureur secondaire	Conc.	Couleur produite sur les cheveux	Comparé à la mèche normalisée N°
p-phénylénediamine	0,1%	aniline	0,1%	pourpre-brun	(1)
p-phénylénediamine	0,1%	p-chloroaniline	0,1%	brun-auburn	(1)
p-phénylénediamine	0,1%	p-toluidine	0,1%	brun-pourpre	(1)
3-méthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde *	0,1%	2,4-dihydroxy-benzaldéhyde	0,1%	blond avec reflets verts	(2)
3-méthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde *	0,1%	p-hydroxybenzaldéhyde	0,1%	blond avec reflets verts	(2)

* 200 μ l d'enzyme laccase (1 mg/ml solution de réserve) sont utilisés dans les essais avec le 3-méthoxy-4-hydroxy-benzaldéhyde, 100 μ l dans les essais avec la p-phénylénediamine.

d'o-phénylènediamine, 0,0075% de laccase, et 98,4925% de sulfat de sodium. On a mélangé les 60g de cette composition avec les 120g de la solution tampon et on a appliqué ce mélange sur la chevelure d'une femme dont la couleur naturelle de cheveux était le brun clair. Quand on a frotté les cheveux avec la solution, on a obtenu une mousse abondante qui est restée dans les cheveux et n'a pas dégouliné dans le cou ni sur le front. Après deux minutes de travail (pour assurer une application uniforme à toute la chevelure), on a laissé la mousse sur les cheveux pendant encore 5 minutes. L'utilisatrice a alors rincé soigneusement ses cheveux à l'eau courante et elle les a laissés sécher. On a constaté que la couleur qui était initialement d'un brun-clair est devenue d'un auburn moyen.

Les produits de teinture de cheveux du type oxydant sont normalement vendus en boîtes ou trousse, c'est-à-dire en un ensemble qui comprend, en emballages séparés, un composant oxydant et un composant colorant par oxydation. Selon un mode de réalisation de l'invention, le composant oxydant comprend un paquet qui contient d'environ 0,01 ppm à 500 ppm d'une enzyme oxydase du type indiqué, le composant de teinture par oxydation comprend un ou plusieurs précurseurs primaires du type décrit et facultativement, un ou plusieurs précurseurs secondaires, en une concentration comprise entre environ 0,001 et 6% en poids. L'utilisateur mélange les composants immédiatement avant de les appliquer à la chevelure en présence d'oxygène (air). Un ensemble d'une telle trousse est le suivant.

On constitue une trousse pour teinture de cheveux qui comprend un seul paquet contenant (1) un paquet en une feuille mince métallique qui renferme un composant colorant par oxydation, ce composant comprenant 4g de p-phénylènediamine, 2g de carboxyméthylcellulose de sodium et 20g d'amidon et (2) un paquet contenant 0,01g de laccase sur la base de 100% d'activité et 3g de $\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$ (tampon à pH 7). On mélange le composant colorant avec 112ml d'eau, on ajoute le composant contenant l'enzyme et on applique la solution en présence d'air, de sorte qu'on obtient une couleur noir/brun qui est pratiquement stable au shampoing.

Dans cette trousse, on peut remplacer la laccase par une quantité équivalente de lactate-oxydase, de glucose -oxydase, de galactose-oxydase, de L-2-hydroxyacide-oxydase, d'aldéhyde-oxydase , de monoamine-oxydase ou d'urate-oxydase , et on obtient

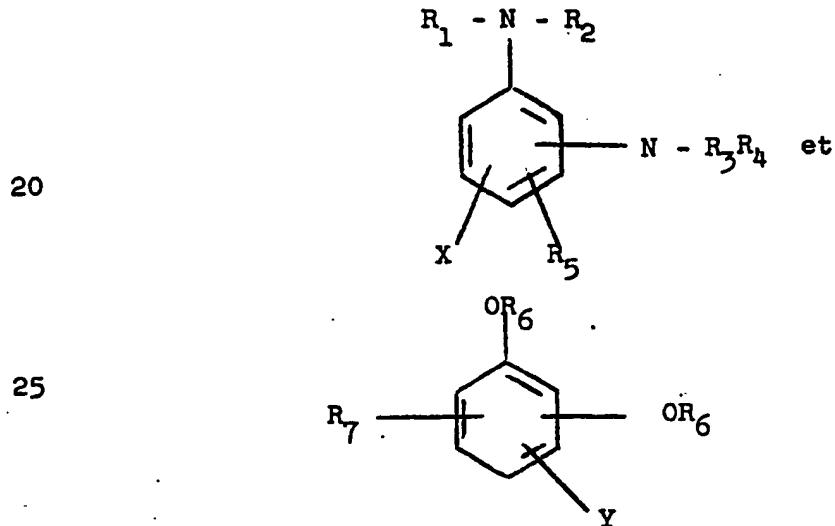
des résultats équivalents.

Dans cette trousse, on remplace la p-phénylène-diamine par une quantité équivalente de o-phénylènediamine, 2,4-toluène-diamine, N-phényl-p-phénylènediamine, N,N-diméthyl-p-phénylènediamine, 2-nitro-o-phénylènediamine, o-hydroxyphénol, p-hydroxyphénol, 3,4-dihydroxybenzaldéhyde, 2-méthoxy-4-(1-propényl)phénol, 4-méthoxyphénol, p-méthoxyaniline, N,N-diméthyl-p-phénylènediamine, acide 4-hydroxy-3-méthoxycinnamique et leurs mélanges, ces mélanges ne contenant pas d'amine en combinaison avec des phénols, et on obtient ainsi des teintures capillaires qui résistent bien aux shampooings.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour la teinture des cheveux, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre des cheveux en contact avec une solution aqueuse renfermant d'environ 0,01 à 500 ppm d'une enzyme du type oxydase, choisie parmi la laccase, la lactate-oxydase, la glucose-oxydase, la galactose-oxydase, la L-2 hydroxyacide-oxydase, l'aldéhyde-oxydase, la monoamine-oxydase et l'urate oxydase, et d'environ 0,001 à 6% en poids d'un composé aromatique qui est un précurseur primaire de colorant oxydant, ladite solution étant en contact avec l'oxygène, ayant un pH de 4 à 10 et étant exempte de mélanges d'amines aromatiques ou de leurs dérivés avec des polyphénols ou leurs dérivés.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le composé aromatique est choisi parmi les composés répondant aux formules :



dans lesquelles X représente un atome d'hydrogène, un atome d'halogène, un groupe nitro, amino, $\text{O}=\text{O}$, $-\text{COOM}$ et SO_3^{M}
(M étant un atome d'hydrogène ou un métal alcalin ou alcalino terreux, l'ammonium ou un ammonium substitué, dans lequel un ou plusieurs atomes d'hydrogène sur l'ion ammonium sont remplacés par un radical alkyle contenant de 1 à 5 atomes de carbone);
Y représente un atome d'hydrogène, un atome d'halogène, un groupe nitro-, hydroxyle, $\text{O}=\text{O}$, $-\text{COOM}'$ et $\text{SO}_3^{\text{M}'}$ (M' étant un atome hydrogène ou un métal alcalin ou alcalino-terreux); R₁, R₂, R₃, R₄ représentent chacun un atome d'hydrogène, un radical alkyle ou

alcényle en C₁ à C₄ ou un radical aryle, arylalkyle ou alkylaryle en C₆ à C₉; R₅ représente un atome d'hydrogène, un groupe alkyle ou alcényle en C₁ à C₄ ou un groupe aryle alkylaryle ou arylalkyle en C₆ à C₉; R₆ représente un atome d'hydrogène ou un groupe alkyle ou alcényle en C₁ à C₄; et R₇ représente un atome d'hydrogène, un groupe alkyle ou alcényle en C₁ à C₄ ou un groupe aryle, alkylaryle, ou arylalkyle en C₆ à C₉, ledit composé aromatique étant un précurseur primaire du colorant oxydant.

10 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la concentration de l'enzyme est d'environ 0,05 à 100 ppm.

15 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit précurseur primaire est choisi parmi les composés suivants : p- phénylènediamine, o-phénylènediamine, 2,4-toluènediamine, N,N-diméthyl-p-phénylènediamine, N-phényl-p-phénylènediamine, 3-méthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde, o-hydroxyphénol, 2-méthoxyphénol, 3,4-dihydroxybenzaldéhyde, acide 4-hydroxy-3-méthoxycinnamique, 4-méthoxyphénol et leurs mélanges.

20 5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la concentration du précurseur primaire est d'environ 0,01 à 1,0% en poids et l'enzyme est la laccase.

25 6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le pH est d'environ 5,5 à 3.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on met les cheveux à teindre en contact avec la solution qui contient le précurseur primaire avant d'introduire l'enzyme et on conserve les cheveux en contact avec la solution après l'introduction de l'enzyme.

30 8. Procédé pour la coloration des cheveux, caractérisé en ce qu'il consiste à mettre les cheveux en contact avec une solution aqueuse contenant d'environ 0,01 à 500 ppm d'une enzyme telle que définie dans la revendication 1, un composé aromatique qui est un précurseur primaire d'un colorant oxydant et un composé aromatique qui est un précurseur secondaire d'un colorant oxydant, la concentration totale des précurseurs étant comprise entre environ 0,001 et 6% en poids de la solution, ladite solution étant en contact avec l'oxygène, ayant un pH d'environ 4 à 10 et étant exempte de mélanges d'amines aromatiques ou de leurs dérivés avec des polyphénols ou leurs

35

40

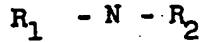
COPY

BAD ORIGINAL!

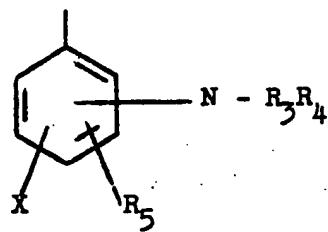
dérivés.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit composé aromatique est choisi parmi les composés répondant aux formules :

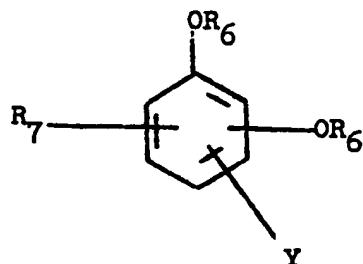
5



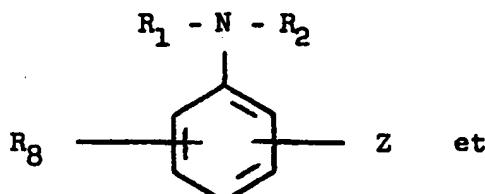
10



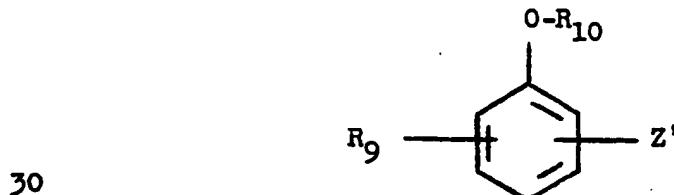
15



20



25



30

dans lesquelles X représente un atome d'hydrogène, un atome d'halogène, un groupe nitro, amine, O^{H} , $-\text{COOM}$ ou SO_3M ($\text{M} = \text{CH}_3$)

35 étant l'hydrogène, un métal alcalin ou alcalino-terreux, l'ammonium ou l'ammonium substitué dans lequel un ou plusieurs atomes d'hydrogène sur l'ion ammonium sont remplacés par un radical alkyle en C_1 à C_3); Y représente un atome d'hydrogène, un atome d'halogène, un groupe nitro, hydroxyle, O^{H} , COOM' ou $-\text{CH}_3$

40

$\text{SO}_3\text{M}'$ (M' étant un atome d'hydrogène ou un métal alcalin ou alcalino-terreux) ; R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 , R_7 et R_8 représentent chacun un atome d'hydrogène, un radical alkyle ou alcényle en C_1 à C_4 , un radical aryle, arylalkyle ou alkylaryle en C_6 à C_9 ; R_6 et R_{10} représentent chacun un atome d'hydrogène, ou un radical alkyle ou alcényle en C_1 à C_4 ; Z' représente un atome d'hydrogène, un radical alkyle en C_1 à C_3 , un atome d'halogène, un groupe nitro, O^{II} , $-\text{COOM}'$ et $\text{SO}_3\text{M}'$ et Z $-\text{CH}$

10 présente un atome d'hydrogène, un radical alkyle en C_1 à C_3 , un atome d'halogène, un groupe nitro, O^{II} , $-\text{COOM}'$ et $\text{SO}_3\text{M}'$ (M' $-\text{CH}$

et M' étant tels que définis précédemment), ledit composé aromatique étant un précurseur secondaire du colorant oxydant.

15 10. Procédé selon la revendication 8 caractérisé en ce que la concentration de l'enzyme est d'environ 0,05 à 100 ppm.

11. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le précurseur primaire est choisi parmi les composés suivants : p-phénylènediamine, o-phénylènediamine, 2,4-toluènediamine, N,N-diméthyl-p-phénylènediamine, N-phényl-p--phénylènediamine, 3-méthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde, o-hydroxyphénol, 2-méthoxy-phénol, 3,4-dihydroxybenzaldéhyde, acide 4-hydroxy-3-méthoxycinnamique, 4-méthoxyphénol et leurs mélanges, et le précurseur secondaire est choisi parmi les composés suivants : p-chloroaniline, p-fluoroaniline, aniline, 4-méthylaniline, 2,5-xylénol, 2,4-dihydroxybenzaldéhyde, p-hydroxy-benzaldéhyde et leurs mélanges.

20 12. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la concentration totale des deux précurseurs est d'environ 0,01 à 1% en poids, l'enzyme étant la laccase.

13. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le pH est d'environ 5,5 à 8,0

25 14. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'on met les cheveux en contact avec la solution contenant le précurseur avant l'introduction de l'enzyme et on maintient le contact entre les cheveux et la solution après l'introduction de l'enzyme.

30 15. Trousse de teinture de cheveux, caractérisée en ce qu'elle comprend, en emballages individuels, un composant de teinture oxydante et un composant oxydant, ledit composant de teinture comprenant d'environ 0,001 à 6% en poids d'un précur-

seur primaire, alors que le composant oxydant comprend d'environ 0,01 ppm à 500 ppm d'une enzyme choisie parmi celles énumérées dans la revendication 1.

16. Trousse selon la revendication 15, caractérisée en ce
5 que ledit précurseur primaire est choisi parmi les composés suivants : p-phénylénediamine, o-phénylénediamine, 2,4-toluène diamine, N-phényl-p-phénylénediamine, N,N-diméthyl-p-phénylène-
10 diamine, 2-nitro-p-phénylénediamine, N-méthyl-p-phénylène- diamine, 4-nitro-o-phénylénediamine, o-hydroxyphénol, p-hydroxyphénol, 3,4-dihydroxybenzaldéhyde, 2-méthoxy-4-(1-propényl) phénol, 4-méthoxyphénol, p-méthoxyaniline, N,N-diméthyl-p- phénylénediamine et acide 4-hydroxy-3-méthoxycinnamique.